

醫學院適用

生物化學

第三部 營養和排泄

William Veale Thorpe 著

陳叔騏主譯



華東醫藥生活社出版

版權所有★不准翻印

一九五二年二月出版

生 物 化 學

第三節 營養和排泄

主 譯 陳 叔 騏

出 版 華 東 醫 藥 生 活 社

社 址： 上海淮海中路 1670 弄 12 號
濟 南 經 二 路 3 0 1 號

發 行 經 華 書 店 山 東 總 分 店

印 刷 華 東 醫 藥 生 活 社 印 刷 廠

原書名稱 Biochemistry for Medical Students

原 作 者 William Veale Thorpe

原出版者 J. & A. Churchill Ltd. LONDON

原出版日期 1947. 4th Ed.

(濟南) 1—5000

目 錄

第 三 部 營 養 和 排 泄

第二十八章 維生素.....	263
脂溶性維生素.....	265
維生素 A.....	265
維生素 D.....	268
維生素 E.....	270
維生素 K.....	271
水溶性維生素.....	272
維生素 B ₁ (硫胺).....	272
維生素 B ₂ (核黃素).....	274
菸鹼酸 (菸鹼醯胺, 防癲素).....	274
維生素 B ₆	275
泛酸.....	275
維生素 C (抗痘酸).....	275
維生素 P.....	277
第二十九章 熱能的需要.....	278
食物的潛能.....	278
需要的能量.....	279
基底代謝.....	285
食物對基底代謝的影響.....	286
工作對代謝的影響.....	287
溫度對代謝的影響.....	288
第三十章 營養原理.....	292

能量	293
食物的質和量	293
膳食的調配	303
食物的消化率	303
烹調	303
心理因素	304
價錢	304
第三十一章 普通食物的成分	305
乳類	305
乳	305
牛乳之製品	309
蛋	310
肉類	311
肉	311
魚	312
植物性食物	312
穀類	313
穀類製品	315
豆類	315
硬果	316
根莖類	317
綠色蔬菜	317
水果	318
糖	319
茶，咖啡	320
酒	320
食物的維生素含量	321
食物烹調對維生素的影響	322
第三十二章 排泄	323
尿	323
尿量	323

比重	323
尿色	323
混濁度	325
嗅	325
反應	325
由尿排泄的酸	326
尿的定量分析	327
尿的成分	327
尿成分受食物影響	329
尿的各種成分	330
含氮物	330
硫化物	331
其他有機物	332
無機物	333
尿中反常成分	334
尿中沉積物	335
腎功能測驗	337
糞	337
汗	340
附 英漢名詞對照表	1—14
附錄	1—5
參考文獻	1—6

第二十八章 維生素

(參考書 55, 56, 77)

幼小動物如果不吃普通食物，祇吃純的醣、蛋白質、脂肪、無機鹽和水，即使這些養分的量配的合適，也不能使動物生長，甚至連生命都不能維持。Lunin (1881年) 和 Pekelharig (1905年) 由試驗知道，若此種養分加入少量牛奶，動物就可繼續生長。1906年 Eijkmann 發現脚氣病 (Beriberi) 是由於食物缺乏某種物質，此種物質存於米糠中，是和醣、脂肪、蛋白質、鹽類在營養上同等重要的。Hopkins (1906—1912年) 根據實驗特別強調乳中此種「幫助發育」的物質的重要性。以後，Osborne 和 Mendel、McCollum 和 Davis (1913) 更加以證實，McCollum 和 Davis 並由奶中提出兩種有作用的物質。很早就知道有些嚴重的疾病是吃的不够，因為如果給病人加上某種食物，病就能好，如：中醫書上有羊肝可治雀目 (夜盲) 的記載；Hippocrates (紀元前 400 年) 用牛肝和蜂蜜治雀目；北美印第安人用綠葉汁治療血疽病 (Scurvy) (1535) 年；日本海軍曾以大麥 (Barley) 預防脚氣病 (約在 1860 年)。

這些疾病是由於食物缺少某些養分發生的，這些養分一併稱為維生素，又叫食物激素 (Food Hormones)。在第一次世界大戰中，食物缺乏症普遍流行，引起科學工作者的注意，加以研究。目前，很多種維生素的化學結構已經知道，可是對它們的作用只有初步的了解。維生素是食物的一種重要成分，是一種有機物，可以維持組織的正常功能，需要量非常少，大概是調節生理作用的物質或是體內化學反應的接觸劑。所以，它們也可以算是體外供給的激素。

並不是所有的維生素都是動物需要的，各種動物所需要的維生素各不相同。現在已知的維生素至少有二十種，較重要的列入下表：

維 生 素	成 分	功 用
A ₁	——	視紫的再造
A ₂	——	防止上皮組織角質化
B ₁	硫 胺	防治腳氣病
B ₂	核 黃 素	防治口角炎等
B ₃	——	鰵魚生長必需物
B ₄	——	防鼠癱瘓
B ₅	——	鰵魚生長必需物
B ₆	——	防治鼠之肢痛症
B ₁₂	——	刺激血球增生
濾 素 II	泛 酸	防治鳥類皮炎
C	抗 疽 酸	防治血疽病
D ₂	沉 鈣 磚	防治佝僂病
D ₃	——	骨生長必需物
E	生 育 素	防治不育症
H	生物素或輔酶 R	防治鼠類「蛋清性」皮炎
K ₁	2 甲 3 葉綠烷-1,4 萜混	製造凝血酶元必需物
K ₂	——	
P	樺 櫟 素	減少毛細管壁的脆性
P-P	菸 鹼 酸	防治癩皮病

維生素的試驗，最初是用幼小動物作的（多用鼠）。將體格和年齡相似的鼠分成兩組，一組飼料是要試驗的食物，另一組是完善的食物，比較牠們的健康和發育情況，如果吃試驗食物的動物停止生長，則可確定該試驗食物一定缺乏某種養分；然後將認為缺乏的養分加入，如恢復生長，即證實此物確為必需的營養素。所以食物必需包括：水、鹽類、蛋白質、適量的脂肪、醣及維生素，纔可促進生長；缺少任何一種，生長就停止。以前，雖然不十分了解維生素在體內的作用，不過知道它是體內不可缺少的某種物質，有促進生長的功用。之後對維生素的作用比較明確，有的又有了測驗方法，知道在體內有那些作用。不過有些維生素常混在一處，因而增加研究的困難。維生素 A 以前研究的結果是不可靠的，因為那時不知道有維生素 D，所謂維生素 A 是 A+D 的混合物。（269 頁）

維生素分為脂溶性（A，D，E 和 K）及水溶性（B 和 C）兩大類。

脂溶性維生素

維生素 A

功用： 很多病和缺乏維生素 A 有關，缺乏的症狀因人而異。但以眼受影響最多，**夜盲**是普遍存在的。「巢氏病源」載有「人有豈而睛明，至冥則不見物」。北方農村有所謂「雀糊眼」。夜盲患者從光明走向黑暗（如進電影院時），其視紫恢復需時較長，經時很久才能看得見。視紫經光線的照射，褪色形成視黃，視黃再變為一種無色物質與維生素 A；維生素 A 再和蛋白質結合又可變為視紫，如此形成一個循環（豬的網膜中維生素 A 特別多）。很久以前就知道夜盲可用肝或魚肝油治療。眼科「龍木論」記有「兩眼初醫何藥妙，卓肝入口火燒薪」；「銀海精微」中則用「豬肝散」治療。此病多流行於災區，貧民和虔信宗教的素食者，其缺乏與否可藉對黑暗適應的程度測定。缺乏的人服用少量維生素 A，對黑暗的適應性就增加很多。

另一缺乏症狀是**乾眼病**（Xerophthalmia），這是由於角膜的角化，所以變乾，如不及時治療，即不能恢復原狀。服用維生素 A，則迅速痊癒。第一次世界大戰，丹麥曾因輸出大量乳油，只以人造乳油及煉奶供給一般家庭，因而廣大兒童發生乾眼病，後來限制了乳油的輸出，此種情形才大為減低。亞洲殖民地及半殖民地的人民，一般營養惡劣，乾眼病很普遍。

乾眼病患者對細菌的抵抗力降低，缺 A 的兒童很易感染支氣管肺炎；由動物實驗知道缺乏 A 的動物，呼吸道容易感染細菌，所以維生素 A 又叫抗感染的維生素，但是感染和維生素 A 之間確實有什麼關係，還不知道。如已受感染，則服用維生素 A 並不能使病況好轉。至於維生素 A 能够預防感冒，也沒有確實的證明。缺少維生素 A，上皮組織容易角質化，如呼吸道、腸胃道和泌尿生殖器的上皮均可發生角質化，容易受傷或遭受細菌感染。所以並不是缺乏 A，身體對細菌的易感性增加，而是間接的影響。很多事實證明，缺乏 A 時，若服用大量鈣質，腎臟及膀胱即易生磷酸鈣結石；動物實驗可得此種結果，若飲大量奶，則可阻止結石的產生。

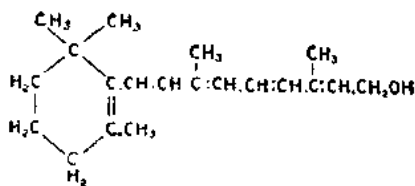
牙病如齦炎或齒槽膿漏（Pyorrhea），和皮炎如蟬皮病（Phrynoderma 或 "Toad Skin"），有人認為是缺乏維生素 A 所致。Moore 指出有病的肝臟，維生素 A 的含量往往減少。Mellanby 以缺少維生素 A 的食物喂狗能使狗耳聾，但不知人是否亦如此。

營養正常的人，肝臟有相當量的維生素 A 存儲，食物中短時缺少沒有關係，如長達數星期，存量用盡，才發生缺乏症狀。成人存儲多，兒童存儲少，所以兒童容易發生缺乏症。

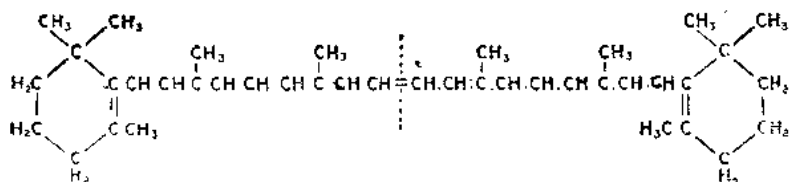
化學性質： 從魚肝油不能皂化的部分，可分離出維生素 A，是灰黃的針狀結晶（融點 $7.5^{\circ}-8.0^{\circ}\text{C}$ ）。維生素 A 的吸收光譜是在紫外光部分（ $328\text{m}\mu$ ）。維生素 A 有飽和的醇的性質；如不接觸空氣，相當穩定；和三氯化銻作用生成藍色。

Steenbock 研究植物的維生素 A，發現「A 的效用」和其中葉紅素類的色素有關；但後來又由動物體內找到沒有顏色的油狀物，效用非常強大；又發現只給鼠純葉紅素而不給 A，並不能發育；於是又認為葉紅素和維生素 A 沒有關係（葉紅素在 $328\text{m}\mu$ 處並無吸收光譜，和三氯化銻作用所生顏色也和 A 不同）。不過後來找出粗製的維生素 A 和葉紅素有相同的分解產物，於是將葉紅素再加以研究，知道葉紅素的「維生素 A 效用」非常強大，以前所以發生錯誤是由於鼠的飼料缺乏維生素 D，鼠不發育是由於缺 D 而不是缺 A。葉紅素是橘紅色的，維生素 A 是無色的，二者在生理效用上密切關係。如用葉紅素喂鼠、豬等動物，則在其組織（尤其是肝臟）中有無色的 A 存貯，由肝可提出一種油狀物，其效用比魚肝油大 2600 倍。葉紅素轉變為 A 的地點及機構，尚不知道，也可能各種不同動物有不同的轉變方式，也許轉變過程有維生素 E 參加。

葉紅素的結構見 95 頁。 β 葉紅素比 α 及 γ 異構物效用大。茄紅素及黃體素雖然都有 β -萜香酮 (β -ionone) 環（見 95 頁環 I），但不能變成維生素 A。 β 葉紅素有兩個 β -萜香酮的環， α 及 γ 葉紅素祇有一個。人工合成的葉紅素，只有帶 β -萜香酮環的有維生素 A 的效用。最近由維生素的合成證實 Karrer 的結構式是正確的：



維生素 A



呂葉紅雲

β 葉紅素在中間雙鏈處打開，再加水就成兩分子維生素 A， α 和 γ 葉紅素祇能形成一個維生素 A。

從新鮮的淡水魚的肝，可得到另一種維生素 A，即維生素 A₂，它的生物及化學性質都和維生素 A 相似。它的結構可能是在 A 的側鏈末端，—CH₂OH 的前面多一個—CH=CH—。

來源：由上所述，可知維生素A的來源有二：即含維生素A的食物和含葉紅素的食物。維生素A還沒在植物中找到，只能由動物性食物中得到。大多數植物含有葉紅素。動物組織的含量不定，因為吸收的葉紅素變成維生素A是很慢的，而且並不是所有的都能變。動物脂肪常帶有葉紅素類的色素。

大多含脂肪的組織都含維生素 A，肝臟是主要的貯存處，所以肝是含 A 豐富的食物。哺乳類動物和某些魚類（如比目魚 Halibut*）的肝油比鱈魚肝油的效力要大幾百倍。某種動物性食物的 A 的效用，要看該動物的年齡和飼料。吃含葉紅素多的植物，肝臟貯存的維生素 A 即增加。鱈魚肝油中的效力變化很大，小鱈魚的僅為大鱈魚的四分之一；可見市售的各種鱈魚肝油，其效力相差很大。

冬天和夏天牛的飼料不同，夏天牛吃鮮草，冬天牛吃乾草和油渣，其中所含葉紅素的量不同，所以冬天和夏天的牛乳（或乳油）的成分不同。草經日晒變乾，其中葉紅素毀壞無遺，如以人工方法急速乾燥，則葉紅素可以保留。某些乳牛（如短角屬 *Short-horn*）使葉紅素變為維生素 A 的能力，大於其他類的乳牛（如 *Guernsey* 屬，分泌黃色乳汁），不過二者（維生素 A + 葉紅素）的總量是差不多的。

* 有些比目魚的肝油含維生素A可高達3%。

十有人認為維生素A，最初是由海中矽藻（Marine Diatoms），經光合作用所產生的葉紅素來的。以後在小的水生動物體內逐步形成各種中間產物（無效用），最後到達鯊魚體內變成維生素A。

凡含葉綠素多的植物，大半葉紅素也多，所以，深綠色的葉子含量最豐富。此外，很多其他植物也貯存葉紅素，如胡蘿蔔含葉紅素很多。很多植物油*及酵母沒有維生素A的效用。

維生素A和葉紅素經烹調或存放，只在接觸空氣並加高熱（如油炸）或經時太久（如日晒使乾）才毀壞。

維 生 素 D

功用： 維生素D可防治佝僂病，故又名抗佝僂病維生素（Antirachitic Vitamin）。其作用現在尚在爭論中。佝僂病曾流行於兒童，由於磷酸鈣沉澱不好致骨骼發生畸形，此種骨骼不能負担體重，發生膝內翻、羅圈腿、膝外翻、雞胸和前額凸出等。在青少年（晚期佝僂病）及壯年（溶骨病）也有同樣的症狀，原因相同。臨床方面由於發生在骨發育的各期，現象有差異，有的骨易折而不彎曲。病變的因素包括：（a）食物中缺乏鈣或磷；（b）鈣、磷不平衡；（c）食物缺乏維生素D；（d）受太陽照射少。病人血液磷解離昇高（見23章）。最常見的是低磷佝僂病，病人血漿無機磷低，而鈣往往正常；低鈣佝僂病，血清磷酸鹽正常而鈣少，可發生手足搐搦（見231頁）。最近認為佝僂病主要是血液的病，血中磷鈣不平衡就可引起骨骼的畸形。佝僂病的軟骨中含有適量的磷解離酶，如取至體外，浸在和血清相似的含鈣鹽液中，仍可照常鈣化。佝僂病病人的血漿磷或鈣（或二者）降低，以致骨磷解離不能使無機磷酸鹽升高至超過 $[Ca^{++}]^3 \times [PO_4^{---}]^2$ 容度積，所以不能形成骨的沉積。如給以維生素D可使鈣化正常進行，倘若有影響鈣化的其他原因，那就另當別論了^x。如骨已發生畸形，則維生素D並不能糾正此種畸形。佝僂病人往往同時飲食缺鈣和磷，但即使飲食的鈣磷正常，如缺乏維生素D，仍可發生佝僂病。

維生素D影響體內鈣及磷的利用，維生素D可以阻止已吸收的鈣，不再排入腸腔，這樣促進鈣的吸收；患佝僂病的鼠其糞便的酸性較弱甚至是鹼性。服用過量的維生素D，可致血鈣及血磷大為增加，糞便的排泄減少，並且使正常不應鈣化的組織，如主動脈及腎，也發生鈣化⁺。副甲狀腺提取液也有相似的作用，注射此物過量，血鈣血磷也可升高；有人認為維生素D刺激副甲狀腺，但尚無

* 棕櫚油例外，但所含葉紅素並不多。

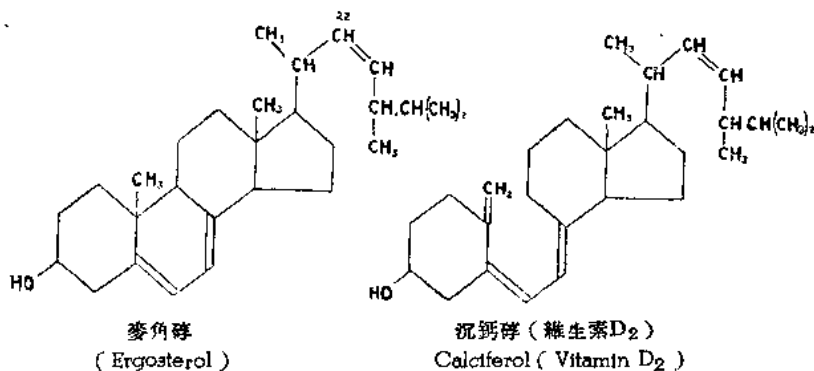
^x 脂肪的吸收不好，如糠樣瀉性佝僂病（Celiac Rickets），鈣鹽成鈣肥皂排泄而損失，此種病變維生素D不能治療。

⁺ 僅食普通膳食，維生素D不會過量。

確實證明；所以維生素 D 促進鈣的存貯，而副甲狀腺藉骨調整血鈣。鈣和磷有不同的作用，請參閱 228 頁，根據現在對鈣和磷的知識，很難斷定那一種是最主要的。

化學性質： 1919 Mellanby 證實，佝僂病是由於食物缺乏一種脂溶性物質，即稱維生素 A，因當時維生素 D 尚未發現。魚肝油可治療佝僂病，但患病兒童或動物，晒於日光下或以 $300m\mu$ 波長附近的紫外光，也可治癒。1922 McCollum 指出，如將魚肝油氧化，毀壞其中的維生素 A，對佝僂病仍有療效，證實魚肝油尚有另一種脂溶性維生素（維生素 D）。1924 Steenbock 和 Hess 找出維生素 D 和紫外光的關係，即有些不含維生素 D 的食物，經紫外光照射，有防止佝僂病的作用。這個物質在食物中，和肌醇混在一處，為量極少。已知的醇類物中，以麥角醇照射後效力最大，由此可得一種白色結晶，效力比麥角醇大四倍，即所謂沉鈣醇或維生素 D_2 *。

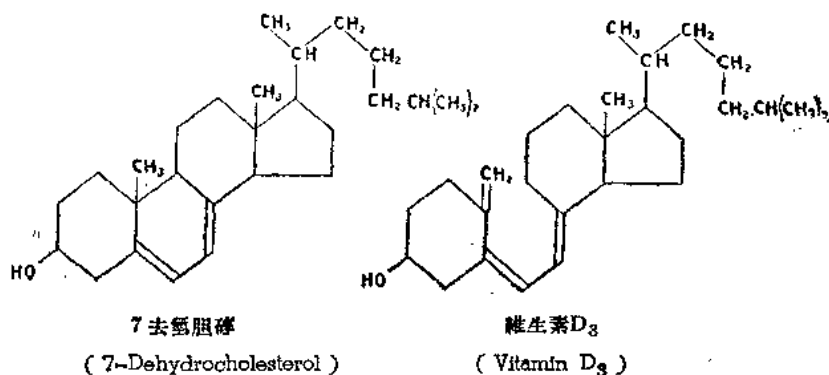
沉鈣醇及麥角醇互為異構體。由麥角醇變為沉鈣醇有兩個中間產物（即輝醇 Lumisterol 和迅醇 Tachysterol）。如照射過度則變成無用的，甚至有毒的物質。麥角醇及其照射後的產物，結構如下：



麥角醇和胆醇（66 頁）的不同，在於麥角醇多一個 $-CH_3$ 和兩個雙鍵。麥角醇變為沉鈣醇，其第二環打開。

其他經照射能變為有效物質的，有 22 雙氫麥角醇（即麥角醇的側鏈變為飽和）和 7 去氫胆醇（胆醇的第 7 和第 8 個炭上各去一原子氫，增加一雙鍵，亦即麥角醇的側鏈被胆醇的側鏈所替代）。

* 最初得到的產物比照射過的麥角醇的效力只大一倍，其中包含一種有效的和無效的醇。



Windaus曾將 7 去氫胆甾醇經照射的產物分出，稱為維生素 D₃。

沉鈣醇和魚肝油內天然存在的維生素不完全一樣。如用沉鈣醇和魚肝油作動物實驗，試取在鼠體內效力相同的沉鈣醇和魚肝油各一份，用雞來作實驗，則沉鈣醇的一份較差（但在鼠體內却完全相同）。最近從金鎗魚的肝油內分出 7 去氫胆甾醇和維生素 D₃。可見 D₃ 和金鎗魚肝油內天然存在的 D 是相同的，但並非所有的魚肝油都有 D₃。現在已發現的 D 有六種。

維生素 D 比維生素 A 穩定，普通烹調和保存，不至毀壞，即在空氣中加強熱，如食物的煎炸，維生素 D 也沒有維生素 A 毀壞得多。

來源：維生素 D 最豐富的來源是魚肝油，哺乳類動物的肝油，含 A 很多，但 D 却很少，即使吃大量 D 後也不能增加很多。飛禽類的食物如有足量的維生素 D，或有充足日光或紫外光的照射，所孵的蛋，其蛋黃中 D 很多。其他食物（包括牛奶）含 D 很少，牛的飼料中加入維生素 D，牛奶中含量可稍增加。青菜運到市場上售賣時，維生素 D 已全毀壞。

維生素 D 最便宜的來源是日光，日光照射皮膚，使皮內的 7 去氫胆甾醇變為 D₃。曬太陽愈少，需要由食物補充維生素 D 愈多。在北極受日光照射的機會很少，而光力又弱，所以當地的愛斯基摩人完全靠食物（魚油）供給；而熱帶居民食物中完全無 D 也沒有關係。

維 生 素 E

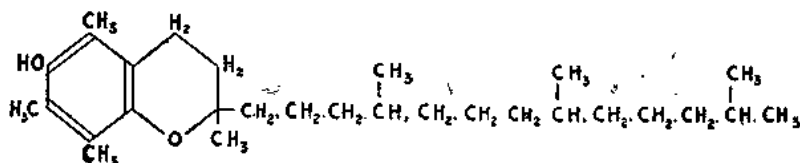
功用：在最初期的維生素實驗，就注意到若僅以認為營養完全的人工配製的食物飼鼠，鼠不能生殖，即使生產，也不能喂養。Evans 找出原因，認為是

植物油中某種物質缺乏的關係，即稱此物為維生素E。缺少E幼鼠仍可照常生長，但生殖力減退；雄鼠則睪丸損傷以至永不能生殖；雌鼠缺E，雖可懷孕，但胎兒在兩星期內即死亡且被吸收；即使生產，奶亦不足。此種症狀可以維生素E預防。此種現象的起因很複雜，有人認為不是某一種因素的關係。生殖功能受很多激素的影響，這些激素可能和維生素E合作發生作用。多吃E，生殖力並不能超過正常。E存於組織，尤以肌肉及脂肪中存貯較多。食物中長久缺E，才發生症狀。用E治療婦女和牛的不育症，據報告有很多成功的例子。羊吃不含E的食物並無影響。

荷蘭豬、兔和鼠的食物缺乏E，可發生原發性肌無力，此病症狀和人的進行性肌無力很相似，用E治療可以迅速痊癒。小孩肌無力療效更大。動物比人痊癒的慢。

維生素E可能對於葉紅素變維生素A的作用有些關係。

化學性質：由麥芽油不能皂化的部分，分出三個不飽和的醇，即 α ， β ，和 γ 生育醇。 α 生育醇的結構如下：



α 生育醇 (α -Tocopherol)

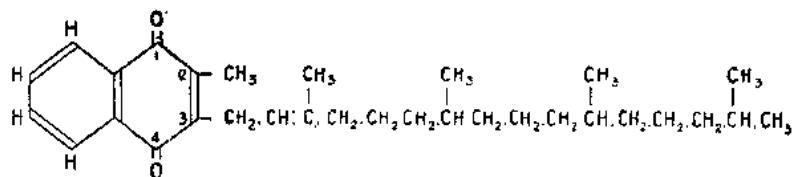
β 和 γ 生育醇在其芳香核上只有兩個 $-CH_3$ ，這三個醇都是有效的。從麥芽油中不能將有效物質全部分出。

來源：含E最多的是麥芽油。很多穀類和植物種子的脂肪，以及菠菜、芹菜、萵苣、苜蓿和蛋黃也含有很多。動物組織，奶和魚肝油含量很少。

維生素K

維生素K是脂溶性的，是雞、鴨、鵝、鵠所需要的；也可能是哺乳類動物所需要的。缺乏K，血凝時間增長；在臨床上也應用K，如阻塞性黃疸的病人，血凝時間往往增長，用K治療，血凝即可減短。K是製造凝血酶元的必需品。治療新生兒的凝血酶元過低症，功效很好。人不容易缺乏K，除非飲食受限制。阻礙幫助K的吸收，如給胆道阻塞的病人服用K必須同時給以阻礙。

在自然界找到兩種維生素 K。由苜蓿找到 K_1 (2 甲-3 葉綠醯-1,4 萘醌)；由腐敗的魚肉，可得到 K_2 ，為在 2,3 位置上有替代物的 1,4 萘醌。人工製造的 2 甲-1,4 萘醌和自然界中的維生素 K 有同樣的效力。



維生素 K_1

維生素 K_1 存於綠色菜蔬，如苜蓿、胡蘿蔔葉、藍藍等。維生素 K_2 可由人腸道內的細菌製造，人可利用其產物，所以食物無 K 沒有關係。

水溶性維生素

水溶性維生素 B 和 C 的發現不過十五年，現在維生素 B 已又分為幾個成分。 B_1 是防止腳氣病的因素，另外有四種因素就是以前所說的維生素 B_2 ，即核黃素、菸鹼酸、 B_6 素和泛酸，其他還有幾種如葉酸和生物素等。B 類維生素已列入 264 頁表中， B_3 可能就是泛酸， B_6 和 B_3 也可能就是一種東西。 B_1 、核黃素、菸鹼酸、 B_6 素和抗痘酸在組織的氧化還原組合中各有其一定的功用，見 102—103, 113 頁。

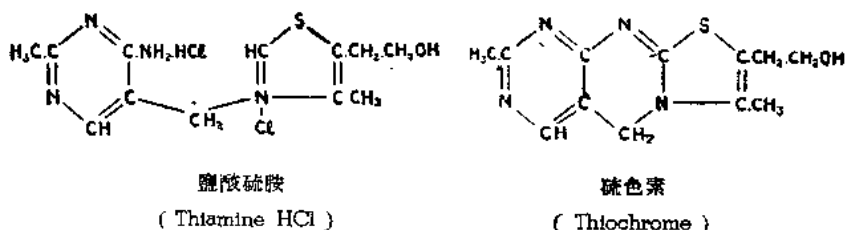
鼠盲腸內的細菌，與食渣作用，可製造各種維生素 B，製造的多少隨飼料而不同，根據人的試驗，認為 B_1 、核黃素、菸鹼酸可在消化道內製造，但製造量各人不同，而且相差很大，有人絲毫不能製造，而有人製造得很多可供給全部需要。

維生素 B_1 (硫胺)

功用： 腳氣病的病人胃口不好，臨床方面常誤以為其他缺乏症。患者肢體常有普遍性的麻木以至麻痺，漸漸不能從事勞動，如無其他併發症，用維生素 B_1 可以迅速治癒。動物實驗使飼料僅缺乏 B_1 ，則食慾不振，繼之有多發性末梢神經炎、多發性神經炎，所以 B_1 又叫做抗神經炎維生素。鴿子缺乏 B_1 ，發生角弓反張 (Opisthotonus)，肢體和翅膀麻痺，以至不能活動；給以 B_1 則迅速恢復正

常。神經症狀是由於中樞神經系統反常。Peters 指出缺乏 B_1 大腦有乳酸聚積，補充 B_1 則乳酸消失；在活體內或離體組織均有此種現象。缺乏 B_1 的鴿子，其腦組織如加入乳酸或丙酮酸，消耗氧量較正常組織少，維生素 B_1 是氧化丙酮酸所需要的輔酶*；乳酸在腦組織中先變丙酮酸再氧化。鴿和鼠缺乏 B_1 ，血液內丙酮酸反常地增加，治療後即逐漸消失。Platt 最近觀察腳氣病人見其血液丙酮酸增加，如靜脈注射維生素 B_1 5 mg.，丙酮酸濃度即恢復正常。動物缺乏 B_1 的一個明顯現象，是心臟肥大，給以 B_1 可以迅速恢復。鼠缺乏 B_1 ，心跳顯著變慢。此種現象常利用為 B_1 的生物鑑定。

化學性質：食物含維生素 B_1 的量都很少。兩噸酵母粉可製 B_1 $1\frac{1}{2}$ gm.，故製純的維生素 B_1 非常困難。1933 年製出純品，1936 由綜合法確定其構造：



注意式中之四環和硫。 B_1 的純品即硫胺，氧化成為硫色素，為有藍色螢光之黃色色素。食物烹調和製作罐頭，其中 B_1 損失很少。

來源： B_1 的主要來源為穀類、豆類及硬果；蛋（蛋黃）也含有一些；青菜和動物組織雖有 B_1 ，但為量很少；酵母或酵母製品含量豐富，但各種酵母含量各不相同。

膳食中以米麥供給 B_1 最多， B_1 幾乎全在種子的胚中，白米和白麵去掉胚很多，故含 B_1 很少，吃白米及白麵易得腳氣病。八一麵及九二米是較粗的米和麵粉， B_1 和其他維生素較多。哺嬰婦女如食物缺乏維生素 B_1 ，奶中就缺乏 B_1 ，嬰兒亦易致營養缺乏。牛奶中 B_1 很少。

* 維生素 B_1 和焦磷酸結合成輔胺酸。酵母使葡糖變酒，其中一個步驟需要輔胺酸，輔胺酸所接觸的反應是：



腦組織亦有維生素 B_1 的焦磷酸鹽（磷酸硫胺），其結構式見 103 頁。

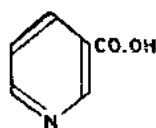
維生素 B₂ (核黃素)

人、狗、鼠、鷄都需要核黃素，核黃素缺乏症比較常見。其症狀為爛嘴角、唇炎、皮炎、眼、口和舌都有發炎和潰爛症狀，四肢無力。核黃素在細胞內與蛋白質及磷酸結合，有氧化酶的作用（見 113 頁），但此種作用是否為發生缺乏症狀之原因，尚不可知。

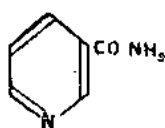
核黃素的結構已由綜合法證實（見 94 頁）。核黃素最初由奶中分出，故又名乳黃素。核黃素和維生素 B₁ 均有困環。核黃素廣佈於動植物界，但含量都很少，尚未找出含量豐富的食物。核黃素加熱損失很少，成人每日需要 2--3mg。

菸鹼酸 (菸鹼鹽酸，防癩素)

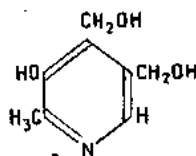
以前菸鹼酸混在 B₂ 內，最近確知其為另一種物質。癩皮病即因缺乏菸鹼酸，故菸鹼酸又名防癩素。癩皮病之症狀為特殊皮炎，尤易發生於曝光之皮膚；又有消化道的症狀，身體逐漸消瘦。癩皮病恐怕不是完全由於缺乏菸鹼酸的關係，病人往往缺乏合適的蛋白質。患者常為以玉蜀黍為主食的人，可能是某些細菌使玉蜀黍產生有毒物質，使人發生中毒症狀。癩皮病的死亡率很高。1930 在美國有 120,000 病人，死亡達 7,000 人，這些病人的飲食非常壞，除玉蜀黍外，只有一些大米、豆、糖蜜和少量醃肉。正常人若僅吃這些食物，在半年左右即可發生癩皮病，所以此病最容易發生於經濟狀況不好的人。有用以上食物試驗的十一人，



菸鹼酸



菸鹼醯胺



B₆ 素

在五個月內，有五人得病。用狗試驗，即得和癩皮病相當的黑舌病，給以菸鹼酸或菸鹼醯胺即可治癒。

豬和猴亦有相同現象，人的癩皮病可以用菸鹼酸或菸鹼醯胺治癒。

在菸鹼醯胺被發現為維生素之前，即知其為體內氧化還原反應之兩種輔酶之成分（見 102 頁）。

含菸鹼酸及菸鹼醯胺最豐富的食物為酵母，其他含量較多的為肝、腎、瘦肉、花生；而奶、魚、穀類及馬鈴薯中含量亦豐。